



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112350737 B

(45) 授权公告日 2023. 12. 12

(21) 申请号 202011319358.2

(22) 申请日 2020.11.23

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112350737 A

(43) 申请公布日 2021.02.09

(73) 专利权人 南京信息工程大学滨江学院
地址 214105 江苏省无锡市锡山区锡山大道333号

专利权人 中科怡海高新技术发展有限公司

(72) 发明人 李君 王秀敏 朱明浩 仲星
李正权

(74) 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所
(普通合伙) 32204

专利代理师 柏尚春

(51) Int. Cl.

H03M 13/11 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 111342935 A, 2020.06.26

CN 110661532 A, 2020.01.07

US 2013086455 A1, 2013.04.04

US 2010174963 A1, 2010.07.08

WO 2013117076 A1, 2013.08.15

辛亮;柏鹏;彭卫东;林志国.基于旋转准正交空时分组码的LDPC编码性能.空军工程大学学报(自然科学版).2014,(第06期),全文.

杨晔;张志平;廖伟.基于调度的高效LDPC译码算法.武汉理工大学学报.2009,(第18期),全文.

审查员 周丹丹

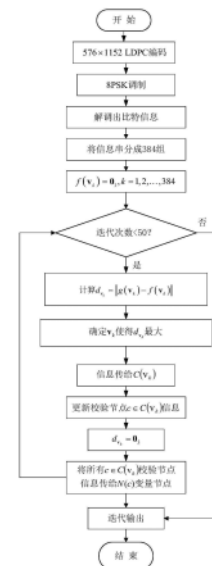
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于LDPC码的分组信息更新的传输方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于LDPC码的分组信息更新的传输方法,包括如下步骤:对变量节点进行分组;计算变量分组更新前后的矢量距离;得到矢量距离最大的变量分组,将其信息传递给相应的校验节点;更新获得信息的校验节点的信息,并传递给相应的变量节点;将更新后的变量分组矢量距离值归0;继续计算变量分组更新前后的矢量距离直至满足迭代停止的条件;迭代停止,译码输出。本发明提供了一种基于LDPC码的分组信息更新的传输方法克服了目前单个节点SS模式存在的纠高阶调制比特错误的的能力较弱、未考虑节点之间的信息关联不足的缺陷,同时实现加快收敛速度,提高译码性能。



1. 一种基于LDPC码的分组信息更新的传输方法,包括将比特数据进行二进制LDPC编码,对编码后的数据进行高阶调制,在接收端解调出比特信息,对解调出的比特数据进行分组,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 对变量节点进行分组,初始化变量分组 $f(v_k)$ 的信息,初始化变量分组 $f(v_k)$ 的信息为 0_m , 0_m 为 m 维向量,每组变量分组内有 m 个变量节点,变量分组的组数为 M/m ;

(2) 计算所有变量节点的更新信息 $g(v_k)$,根据BP算法更新计算;

(3) 计算变量分组更新前后的矢量距离 $d_{v_k} = \|g(v_k) - f(v_k)\|$;

(4) 将矢量距离 d_{v_k} 最大的 $v_k = [v_{k1}, v_{k2}, \dots, v_{km}]$ 中所有变量节点的信息传递给校验节点 $C(v_k)$;

(5) 对校验节点 $c \in C(v_k)$ 的信息进行更新计算,根据BP算法更新计算;

(6) 矢量距离 d_{v_k} 值归0;

(7) 对校验节点 $c \in C(v_k)$ 的更新信息传递给变量节点 $N(c)$;

(8) 满足迭代停止的条件,迭代停止,译码输出;否则,执行步骤(3);其中,变量节点有 M 个,校验节点有 N 个, c_i 表示第 i 个校验节点, $i \in [1, N]$, v_k 表示第 k 个变量节点, $k \in [1, M]$, $N(c_i)$ 表示与校验节点 c_i 相连的变量节点,变量分组的节点个数为 m ,则第 k 个变量节点分组表示为 $v_k = [v_{k1}, v_{k2}, \dots, v_{km}]$, $c(v_k)$ 表示与 v_k 相连的校验节点, $f(v_k)$ 表示变量节点更新前的信息, $f(v_k) = [f(v_{k1}), f(v_{k2}), \dots, f(v_{km})]$ 表示变量节点 v_k 分组更新前的信息, $g(v_k)$ 表示变量节点更新后的信息, $g(v_k) = [g(v_{k1}), g(v_{k2}), \dots, g(v_{km})]$ 表示变量节点 v_k 分组更新后的信息;

所述各变量分组内变量节点的信息同时更新;在迭代过程中,如果矢量距离最大值小于预设门限值,或者迭代次数大于预设迭代次数,则停止迭代。

2. 根据权利要求1所述的基于LDPC码的分组信息更新的传输方法,其特征在于,所述步骤(6)还可以在步骤(4)之后和步骤(5)之前进行。

一种基于LDPC码的分组信息更新的传输方法

技术领域

[0001] 本发明涉及无线通信系统物理层编码与调制,尤其涉及一种基于LDPC码的分组信息更新的传输方法。

背景技术

[0002] LDPC(Low Density Parity Check)码是一种基于稀疏矩阵的线性分组码,被业界一致认为是最具应用前景的高性能信道编码方案之一,目前已被纳入IEEE 802.3an 10G Base-T网络、DVB-S2数字视频广播和IEEE 802.16e无线广带等标准中。LDPC码的译码是基于BP(Belief Propagation置信传播)算法的迭代译码。变量节点根据校验节点传递给他的信息经过更新计算,将更新信息传给校验节点,校验节点再做信息更新计算,将更新信息传给变量节点,如此往复迭代至满足一定条件停止。在此过程中,变量节点的信息更新可以是所有节点同时进行的模式(FS,Flooding Schedule),也可以是按照一定的顺序更新(SS, Sequence Schedule)模式。FS模式是LDPC码传统的信息更新模式,任何时刻都是计算所有变量节点的信息更新值,传给相应的校验节点,然后计算所有校验节点的信息更新值,返回给变量节点。FS模式的特点是所有的变量节点都是同等对待,每个变量节点都具有同等的机会更新信息,能最大限度的利用更新信息进行纠错,但存在一些无谓的计算,导致收敛速度较慢。而SS模式是依据一定的规则确定需要更新的变量节点,并按照一定的顺序进行更新,最大限度的减小无谓的计算,可以加速迭代收敛的速度。但存在信息损失,导致性能会有所下降。一般认为,SS模式比FS模式虽有一定的性能损失,但具有更快的迭代收敛速度,更适用于实际系统。SS模式对于更新节点的顺序是基于节点更新前后的某种关系确定每一个节点的更新顺序。例如:在迭代的某个时刻,变量节点更新前后的信息绝对差值大于其它的任何变量节点更新前后的信息绝对差,则此时应更新变量节点,将变量节点的信息传给与其相连的所有校验节点,然后计算每个中校验节点的更新值,传递给与他们相连的变量节点,变量节点在收到校验节点的信息后重新计算更新信息值,再确定一个具有最大的信息绝对差值的变量节点作为下一个需要更新的变量节点,将此节点更新后的信息传递出去给与其相连的所有校验节点,如此往复确定各节点的更新顺序进行信息更新,实现顺序的迭代。目前,对于更新节点的顺序确定都是基于单个节点更新前后信息值的某种关系确定每一个变量节点的更新顺序。此方法思路简单,但没有考虑节点与节点之间的信息关联,对纠高阶调制比特错误的的能力较弱,且存在某些节点始终无法得到更新的现象。

发明内容

[0003] 发明目的:本发明目的是提供一种基于LDPC码的分组信息更新的传输方法,对变量节点进行分组,每个变量分组为一个维向量,以维向量节点组信息更新前后的欧式距离值确定各变量分组的更新顺序,各分组中的变量节点的信息同时更新,加快收敛速度,同时能够提高译码性能。本发明的方法克服了目前单个节点SS模式存在的纠高阶调制比特错误的的能力较弱、未考虑节点之间的信息关联不足的缺陷。

[0004] 技术方案:本发明提供一种基于LDPC码的分组信息更新的传输方法,包括将比特数据进行二进制LDPC编码,对编码后的数据进行高阶调制,在接收端解调出比特信息,对解调出的比特数据进行分组,具体还包括以下步骤:

[0005] (1) 对变量节点进行分组,初始化变量分组 $f(v_k)$ 的信息;

[0006] (2) 计算所有变量节点的更新信息 $g(v_k)$;

[0007] (3) 计算变量分组更新前后的矢量距离 $d_{v_k} = \|g(v_k) - f(v_k)\|$;

[0008] (4) 将矢量距离 d_{v_k} 最大的 $v_k = [v_{k1}, v_{k2}, \dots, v_{km}]$ 中所有变量节点的信息传递给校验节点 $C(v_k)$;

[0009] (5) 对校验节点 $c \in C(v_k)$ 的信息进行更新计算;

[0010] (6) 矢量距离 d_{v_k} 值归0;

[0011] (7) 对校验节点 $c \in C(v_k)$ 的更新信息传递给变量节点 $N(c)$;

[0012] (8) 满足迭代停止的条件,迭代停止,译码输出;否则,执行步骤(3);

[0013] 其中,变量节点有 M 个, N 校验节点有 N 个, c_i 表示第 i 个校验节点, $i \in [1, N]$, v_k 表示第 k 个变量节点, $k \in [1, M]$, $N(c_i)$ 表示与校验节点 c_i 相连的变量节点,变量分组的节点个数为 m ,则第 k 个变量节点分组表示为 $v_k = [v_{k1}, v_{k2}, \dots, v_{km}]$, $C(v_k)$ 表示与 v_k 相连的校验节点, $f(v_k)$ 表示变量节点更新前的信息, $f(v_k) = [f(v_{k1}), f(v_{k2}), \dots, f(v_{km})]$ 表示变量节点 v_k 分组更新前的信息, $g(v_k)$ 表示变量节点更新后的信息, $g(v_k) = [g(v_{k1}), g(v_{k2}), \dots, g(v_{km})]$ 表示变量节点 v_k 分组更新后的信息。

[0014] 其中,在步骤(1)中,初始化变量分组 $f(v_k)$ 的信息为 0_m , 0_m 为 m 维向量。

[0015] 优选地,在步骤(2)和(5)中,根据BP算法更新计算。

[0016] 具体实施中,各变量分组内变量节点的信息同时更新。

[0017] 在迭代过程中,如果矢量距离最大值小于预设门限值,或者迭代次数大于预设迭代次数,则停止迭代。

[0018] 在步骤(6)还可以在步骤(4)之后和步骤(5)之前进行。

[0019] 在步骤(1)中,每组变量分组内有 m 个变量节点,变量分组的组数为 M/m 。

[0020] 有益效果:与现有技术相比,本发明具有如下显著的优点:本发明提出将变量节点进行分组,以组为单位确定并计算信息更新的方法,既能加快收敛速度,同时,显著提高译码性能且分组的值可以随机变化,具有很大的灵活性,满足基于LDPC编码的通信系统的高码率、高性能的传输需求。

附图说明

[0021] 图1为本发明的系统流程图;

[0022] 图2为本发明的系统示意图;

[0023] 图3为本发明的实施流程图。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图对本发明的技术方案作进一步说明。

[0025] 如图2所示:主要由LDPC编码模块,调制模块,解调模块,分组模块和译码模块组

成。首先,数据经过LDPC编码,经过调制解调之后对解调数据进行分组,然后按照分组信息更新顺序进行译码。

[0026] 将比特数据进行二进制LDPC编码;将编码后的数据进行高阶调制;解调出比特信息,对解调出的比特数据进行分组;初始化每组更新前的信息为 0_m (0_m 为 m 维向量);计算所有分组更新前后的矢量距离;将具有最大距离分组中的所有变量节点的信息传给校验节点;将更新之后的分组距离值归 0_m (0_m 为 m 维向量);对得到信息的校验节点进行信息更新计算,并传给相应的变量节点;返回前述步骤继续计算所有分组更新前后的矢量距离直到满足译码输出条件。

[0027] 以一实施例具体讲述以分组为单位的更新过程:假设LDPC码的码率为 $1/2$,校验矩阵维数为 576×1152 ,共有576个校验节点和1152个变量节点。采用8PSK调制,译码时每3个比特作为一组,即 $m=3$,共有384个分组。 $N(c_i)$ 表示与校验节点 c_i 相连的变量节点, $C(v_k)$ 表示与变量节点分组 $v_k=[v_{k1}, v_{k2}, v_{k3}]$ 相连的校验节点。

[0028] $f(v_k)$ 表示变量节点更新前的信息, $f(v_k)=[f(v_{k1}), f(v_{k2}), f(v_{k3})]$ 表示变量节点 $v_k=[v_{k1}, v_{k2}, v_{k3}]$ 分组更新前的信息。 $g(v_k)$ 表示变量节点更新后的信息, $g(v_k)=[g(v_{k1}), g(v_{k2}), g(v_{k3})]$ 表示变量节点 $v_k=[v_{k1}, v_{k2}, v_{k3}]$ 分组更新后的信息。变量节点分组 $v_k=[v_{k1}, v_{k2}, v_{k3}]$ 更新前后的欧式距离计算为 $d_{v_k}=\|g(v_k)-f(v_k)\|$, $f(v_k)$ 在迭代开始时初始化为 0_3 。每次迭代都是计算 d_{v_k} ,将具有最大 d_{v_k} 值的分组 v_k 的信息传给校验节点 $C(v_k)$, $C(v_k)$ 所有校验节点计算更新信息,然后将所有 $c \in N(v_k)$ 的校验节点更新后的信息传递给变量节点 $N(c)$,计算有信息传入的变量节点分组的 d_{v_k} 值,再取最大值的分组信息传递,如此往复直到满足迭代停止的条件。迭代停止条件设定为迭代次数小于50次,整个基于分组信息更新的通信方式如图3所示:

[0029] 步骤1:发送端将比特数据送入 576×1152 LDPC编码器进行编码,输出编码码字;

[0030] 步骤2:进行8PSK调制,将每个码字调制成384个符号;

[0031] 步骤3:接收解调出每个比特的信息值;

[0032] 步骤4:将解调出的比特信息串分成384组;

[0033] 步骤5:初始化 $f(v_k)=0_3, k=1, 2, \dots, 384$;

[0034] 步骤6:判断迭代次数是否小于50次,小于执行步骤7,否则执行步骤13;

[0035] 步骤7:更新节点信息并计算分组信息矢量距离 $d_{v_k}=\|g(v_k)-f(v_k)\|$;

[0036] 步骤8:将具有最大 d_{v_k} 值的变量分组 $v_k=[v_{k1}, v_{k2}, v_{k3}]$ 中的所有变量节点信息传递给校验节点 $C(v_k)$;

[0037] 步骤9:对所有 $c \in C(v_k)$ 的校验节点计算信息更新;

[0038] 步骤10:将更新之后的分组 d_{v_k} 值归 0_3 ;

[0039] 步骤11:将所有校验节点 $c \in C(v_k)$ 更新信息传给变量节点 $N(c)$;

[0040] 步骤12:返回步骤六;满足迭代次数则执行步骤13;

[0041] 步骤13:迭代输出;

[0042] 步骤14:结束。

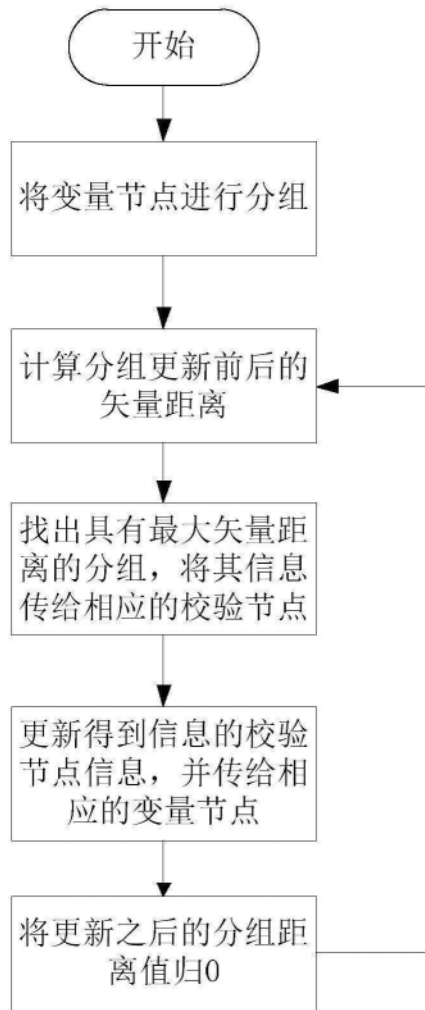


图1

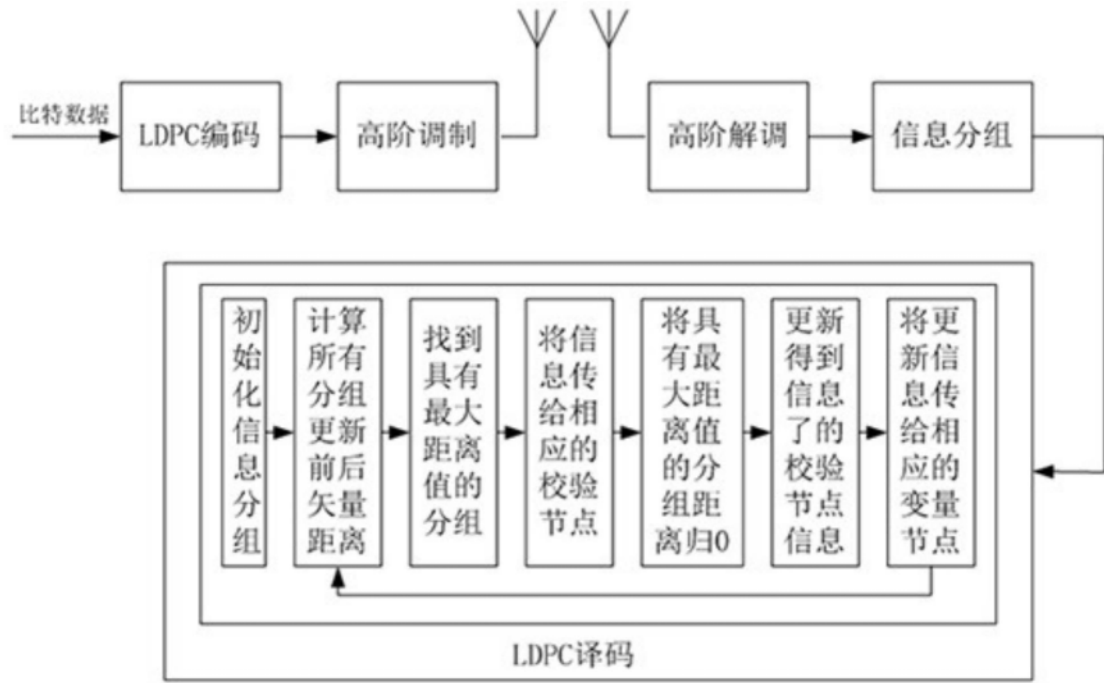


图2

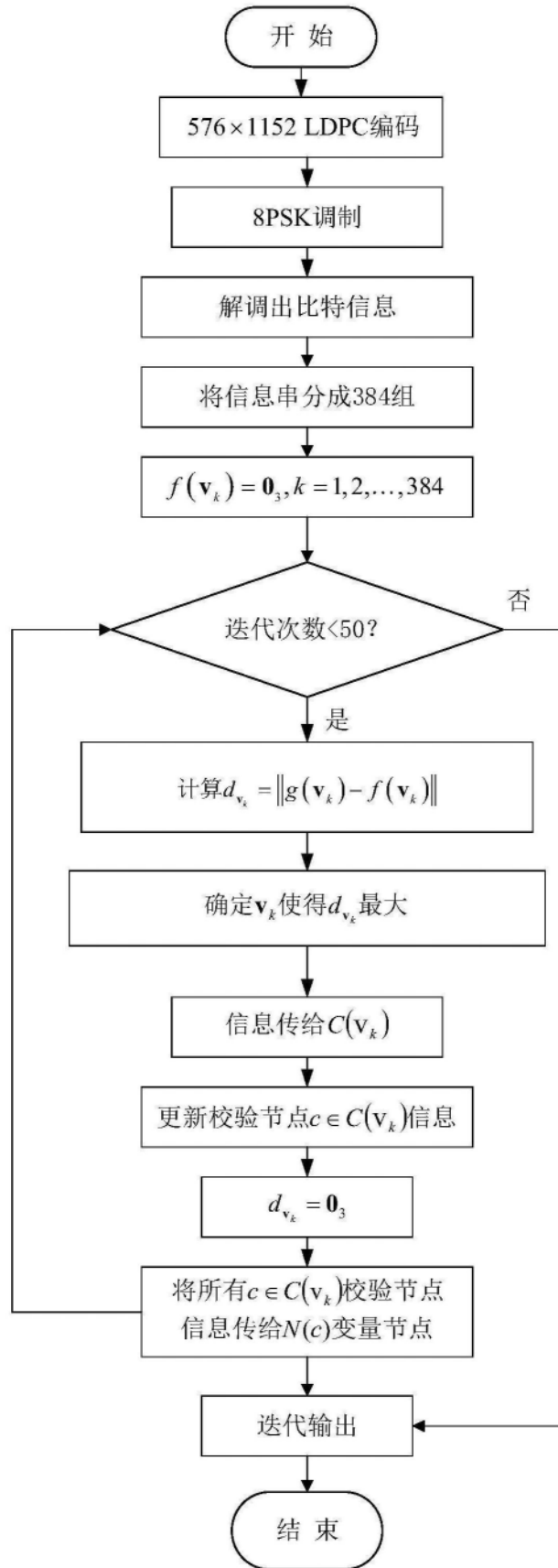


图3